

99 D 12 18 DE

B 2

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 27 496 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 04 L 1/00
H 04 L 27/00
H 03 M 13/00

②1 Aktenzeichen: P 40 27 496.9
②2 Anmeldetag: 30. 8. 90
④3 Offenlegungstag: 12. 3. 92

DE 40 27 496 A 1

⑦1 Anmelder:
Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt
eV, 5300 Bonn, DE

⑦4 Vertreter:
von Kirschbaum, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8034
Germering

⑦2 Erfinder:
Hagenauer, Joachim, Dr.-Ing., 8031 Seefeld, DE;
Papke, Wolfgang, Dipl.-Ing. (FH), 8910 Landsberg,
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Spreizverfahren zur Übertragung codierter, digitaler Nachrichten

⑤7 Bei einem Spreizverfahren zur Übertragung codierter, digitaler Nachrichten werden sendeseitig codierte Daten zeilenweise in eine Matrix eingetragen und vor der Übertragung über einen Kanal spaltenweise ausgelesen. Empfangsseitig werden dann die codierten und gespreizten Daten zunächst spaltenweise in eine Matrix gleicher Dimension eingelesen, dann aus dieser Matrix zeilenweise ausgelesen und einem Decoder zugeführt. Ferner wird empfangsseitig am Kanalausgang zu diskreten Zeitpunkten als Maß für die Zuverlässigkeit einer Übertragung jeweils eine Kanalzustandsinformation entnommen; die Kanalzustandsinformation wird dann in gleicher Weise wie die korrespondierenden, empfangenen Daten entspreizt und sodann dem Decoder zur Decodierung zugeführt. Bei einer besonderen Vereinfachung des erfindungsgemäßen Spreizverfahrens wird nur eine 1-Bit-Kanalzustandsinformation pro Spalte einer Entspreizungsmatrix an den Decoder angelegt.

DE 40 27 496 A 1

Die Erfindung betrifft ein Spreizverfahren zur Übertragung codierter, digitaler Nachrichten, bei welchem codierte Daten zeilenweise in eine Matrix eingetragen und vor der Übertragung über einen Kanal spaltenweise ausgelesen werden, und bei welchem empfangsseitig die codierten und gespreizten Daten zunächst spaltenweise in eine Matrix gleicher Dimension eingelesen, dann aus dieser zeilenweise ausgelesen und an einem Decoder zugeführt werden.

Bei der Übertragung digitaler Nachrichten werden die zu übertragenden Informationseinheiten, d. h. die Bits, durch Störungen auf der Übertragungsstrecke und durch Eigenrauschen der Empfangseinrichtung an dieser Empfangseinrichtung verfälscht. Die Rate, mit der solche fehlerbehafteten Bits auftreten, wird als Fehlerbitrate (BER) bezeichnet; sie hängt von der Art der Störungen bei der Übertragung und vom verwendeten Übertragungsverfahren ab und ist eine Funktion des Signal-Rausch-Abstandes.

In leistungsbegrenzten Kommunikationssystemen, wie beispielsweise in der Satellitenkommunikation, werden zur Verbesserung der Bitfehlerrate vorteilhafterweise Kanalcodierverfahren angewendet, um dadurch bei einem vorgegebenen Signal-Rausch-Abstand die Bitfehlerrate zu verbessern.

Bei einer codierten Übertragung über Fading-Kanäle, wie beispielsweise beim Mobilfunk, ist es vorteilhaft, Kanalzustandsinformation in die empfangsseitige Decodierung mit einzubeziehen. Bisher werden jedoch Spreizverfahren angewendet, bei welchen Bündelfehler in Einzelfehler aufgelöst werden, dem Decoder jedoch keine Information darüber vermittelt wird, daß Fehler gebündelt aufgetreten sind. Dies kann bei starkem Fading zu einem Verlust von 4 dB bis 5 dB an benötigtem Signal-Rausch-Abstand für eine vorgegebene Bitfehlerrate führen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, zur Verbesserung der Qualität einer digitalen Übertragung bzw. der Bitfehlerrate dem Decoder Kanalzustandsinformationen (KZI) in entsprechender Weise zuzuführen. Gemäß der Erfindung wird dies bei einem Spreizverfahren zur Übertragung codierter, digitaler Nachrichten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale in dessen kennzeichnenden Teil erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Spreizverfahren ist dies dadurch erreicht, daß dem Kanalausgang zu diskreten Zeitpunkten jeweils ein Maß über die Zuverlässigkeit der Übertragung, die sogenannte Kanalzustandsinformation (KZI), entnommen und in gleicher Weise wie die korrespondierenden, empfangenen Daten gespreizt wird, und sodann dem Decoder zur Decodierung zur Verfügung gestellt wird. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgt die Ableitung der Kanalzustandsinformation in einer gesonderten Einrichtung. Dadurch können Teile des Demodulators mit verwendet werden, und die Komplexität der Empfangseinrichtung einschließlich Decoder wird reduziert.

Ferner kann in einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Spreizverfahrens die Kanalzustandsinformation in einer Weise quantisiert werden, welche dem Kanal angepaßt ist und welche die Kanalzustandsinformation in Form von m-Bit breiten Wörtern darstellt. Durch die Verwendung einer derart quantisierten Kanalzustandsinformation wird insbesondere

die Realisierung mit einer immer flexibler wirkenden Digitaltechnik begünstigt. Vorteilhafter Weise kann die Entspreizung der Kanalzustandsinformation parallel zur Entspreizung der Daten durchgeführt werden, wodurch eine erhöhte Verarbeitungsgeschwindigkeit erreichbar ist. Eine weitere vorteilhafte Vereinfachung bei dem erfindungsgemäßen Spreizverfahren liegt darin, daß die Kanalzustandsinformation auf ein (1) Bit pro Spalte der Entspreizungsmatrix reduzierbar ist, wodurch eine noch höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit erreicht ist.

Besonders vorteilhaft bei dem erfindungsgemäßen Spreizverfahren ist, daß dem Decoder nicht die eigentliche Kanalzustandsinformation zugeführt wird, sondern fertig berechnete Metriken, in welche die jeweiligen Kanalzustandsinformationen eingerechnet sind, die in Metriktafeln mit 2^m Elementen abgelegt sind, so daß beim Zugriff auf diese Metriken die Kanalzustandsinformation eine m-Bit-Adresse darstellt, die auf die entsprechende Metrik deutet, welche dem Decoder direkt zugeführt wird. Durch diese Maßnahme ist der Decoder von der Berechnung der Metriken befreit, und damit ist eine höhere Decodiergeschwindigkeit erreicht.

Die Kanalzustandsinformation kann auch in vorteilhafter Weise einem Kanalschätzer entnommen werden, welcher eine Pegelmessung einer Pilotton-Übertragung oder eine Betrachtung von Einrastsignalen der Takt- bzw. Trägerregelschleife durchführen kann.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch in Form eines Blockschaltbildes eine vorteilhafte Ausführung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Spreizverfahrens;

Fig. 2 schematisch eine räumliche Spreizer- und Entspreizermatrix mit Synchronisationswörtern, sowie Kanalzustandsinformationsspeicher, und

Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung einer Spreizer- und Entspreizermatrix mit nur 1 Bit-Kanalzustandsinformation pro Spalte.

In Fig. 1 ist eine bevorzugte Ausführungsform zur Durchführung des erfindungsgemäßen Spreizverfahrens in Form eines Blockschaltbildes dargestellt. Hierbei werden codierte Bits aus einem Coder 1 in einer $i \cdot k$ großen Matrix 2 zwischengespeichert, wobei mit i die Zeilenlänge und mit k die Spaltenlänge der Matrix bezeichnet sind. Das Zwischenspeichern erfolgt in der Weise, daß die vom Coder 1 ankommenden Bits zeilenweise in die Matrix 2 eingetragen und anschließend spaltenweise ausgelesen werden. Dies wird als Spreizung bezeichnet.

Vor der Weitergabe der codierten und nunmehr gespreizten Bits an einen nachgeordneten, digitalen Modulator 3 wird im Spreizer 2 noch eine Synchronisationsinformation eingesetzt. Diese Information besteht am Anfang des Matrix-Inhaltes ($i \cdot$ Bits) aus einem SL Bit langen Rahmen-Synchronisationswort R, welches ein inverses Spalten-Synchronisationswort ist, und aus SL Bit langen Spalten-Synchronisationswörtern S, welche nach jeweils k Bits entsprechend der Länge einer Spalte eingefügt werden. Dies entspricht in der schematischen Darstellung einer Spreizer- und Entspreizermatrix in Fig. 2 deren vordersten Ebene. Eine auf die vorstehend beschriebene Weise ergänzte Sequenz wird dem digitalen Modulator 3 zugeführt und von diesem aus über einen Fading-Kanal 4 über-

tragen.

Empfangsseitig wird eine Kanalzustandsinformation beispielsweise aus einer automatischen Pegelregelungseinheit (AGC) 5, aus einem Kanalschätzer 12 oder aus einem Demodulator 6 entnommen und einem Quantisierer 11 zugeführt. (Obwohl eine Kanalzustandsinformation im allgemeinen von nur einer der vorstehend angegebenen Einheiten 5, 12 bzw. 6 zugeführt wird, sind in Fig. 1 alle drei Einheiten schematisch angegeben, da die Kanalzustandsinformation unter gewissen Voraussetzungen auch aus einer gleichzeitigen Betrachtung bzw. Berücksichtigung mehrerer Größen resultieren kann). In dem Demodulator 6 werden die codierten, nunmehr gespreizten und um die Synchronisationsinformation ergänzten Bits regeneriert.

Bei der gemäß der Erfindung vorgesehenen Entspreizung wird somit zunächst in einer Synchronisationseinheit 7 eine Synchronisation durchgeführt, welche wiederum aus einer Anfangssynchronisation und einer Resynchronisation besteht. Eine Anfangssynchronisation wird hierbei durch Erkennen von drei (3) aufeinanderfolgenden richtigen Spalten-Synchronisationswörtern S und einem richtig erkannten Rahmensynchronisationswort R durchgeführt.

Hierbei wird eine Resynchronisation eingeleitet, wenn mehr als die vorgegebenen Anzahl (0 ... 99), beispielsweise 25 aufeinanderfolgende falsche Spalten-synchronisationswörter innerhalb eines vorgegebenen Fensters auftreten, welches beispielsweise 8 Bit breit und um $-1,0$ oder $+1$ Bit verschoben ist. Eine Verschiebung um $+1$ Bit pro Spalte wird erkannt und wird mit Beginn der nächsten Spalte verglichen. Hierbei werden die Synchronisation und die Entspreizung in einer Arbeitsmatrix der Dimension $i \cdot (k+8) \cdot (m+1)$ durchgeführt.

Nach der Synchronisation ist die Arbeitsmatrix mit einem (1) Rahmensynchronisationswort, $(i-1)$ Spalten-synchronisationswörtern, $i \cdot k$ empfangenen, codierten Datenbits und mit $k \cdot i$ Kanalzustandsinformationswörtern einer Breite m gefüllt. Der vorstehend angeführte Inhalt der Matrix ist schematisiert in Fig. 2 dargestellt.

Empfangsseitig erfolgt die Datenentspreizung in einem Datenentspreizer 8 durch zeilenweises Auslesen der Datenbits, während eine Entspreizung der Kanalzustandsinformation in einem Kanalzustands-Entspreizer 9 durch zeilenweises Auslesen der m -Bit breiten Kanalzustandsinformation erreicht wird. Dieses Auslesen kann gleichzeitig und parallel durchgeführt werden. An einem nachgeschalteten Decoder 10 stehen nunmehr die codierten Datenbits sowie die zugehörige m -Bit-Kanalzustandsinformation zur Verfügung. Die Wortbreite der Kanalzustandsinformation ist dem jeweils verwendeten Code angepaßt, wobei in Fig. 2, bei Blockcodes, "Erasure Decoding" $m=1$ ist, während beispielsweise bei Faltungscodes $m=3$ ist.

Mit dem Auslesen der m -Bit-Kanalzustandsinformation kann eine Vergleichstabelle, eine sogenannte Table-Look-Up, in einer Metriktafel verbunden werden; dadurch können dem Decoder 10 fertig berechnete Metriken anstelle der Kanalzustandsinformation zur Verfügung gestellt werden. In diesem Fall wird dann die Vergleichstabelle bzw. der Table-Look-Up der Entspreizung hinzugerechnet.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird dem Decoder 10 nur ein (1) Bit pro Spalte der Entspreizungsmatrix übergeben, wodurch angezeigt wird, ob in der Spalte ein Bündelungsfehler

aufgetreten ist. Die Form einer solchen Arbeitsmatrix ist schematisch in Fig. 3 in einer der Fig. 2 analogen Darstellungsweise wiedergegeben.

Patentansprüche

1. Spreizverfahren zur Übertragung codierter, digitaler Nachrichten, bei welchem sendeseitig codierte Daten zeilenweise in eine Matrix eingetragen und vor der Übertragung über einen Kanalspaltenweise ausgelesen werden, und bei welchem empfangsseitig die codierten und gespreizten Daten zunächst spaltenweise in eine Matrix gleicher Dimension eingelesen, dann aus dieser zeilenweise ausgelesen und einem Decoder zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß empfangsseitig am Kanalausgang zu diskreten Zeitpunkten als Maß für die Zuverlässigkeit einer Übertragung jeweils eine Kanalzustandsinformation entnommen, in gleicher Weise wie die korrespondierenden empfangenen Daten entspreizt und sodann dem Decoder (10) zur Decodierung zugeführt wird.
2. Spreizverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalzustandsinformation in einer gesonderten Einrichtung (5; 6; 12) abgeleitet wird.
3. Spreizverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Gewinnung der Kanalzustandsinformation diese in kanalangepaßter Weise in einem Quantisierer (11) quantisiert und in Form von m -Bit breiten Wörtern dargestellt wird.
4. Spreizverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalzustandsinformation parallel zu der Entspreizung der Daten entspreizt wird.
5. Spreizverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vereinfachung des Verfahrens nur 1-Bit-Kanalzustandsinformation pro Spalte einer Entspreizungsmatrix an den Decoder (10) angelegt wird.
6. Spreizverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine empfangsseitige Entspreizung mit Hilfe der Kanalzustandsinformation synchronisiert wird.
7. Spreizverfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß statt der Kanalzustandsinformation fertig berechnete Metriken verwendet werden, in welche die jeweiligen Kanalzustandsinformationen eingerechnet sind, und welche in Metriktafeln mit 2^m Elementen abgelegt sind, und daß beim Zugriff auf diese Metriken die Kanalzustandsinformation eine m -Bit Adresse darstellt, welche auf die entsprechende Metrik hindeutet, welche dem Decoder (10) direkt zugeführt wird.
8. Spreizverfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalzustandsinformation aus dem Pegelsignal einer automatischen Pegelregelungs-(AGC-) Einheit (5) abgeleitet wird.
9. Spreizverfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalzustandsinformation einem Kanalschätzer (12) entnommen wird.
10. Spreizverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalschätzung bei der rauschfreien Pegelmessung bei einer Pilottonübertragung durchgeführt wird.
11. Spreizverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Kanalschätzung Einrast-

signale der Takt- oder Trägerregelschleife verwendet werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

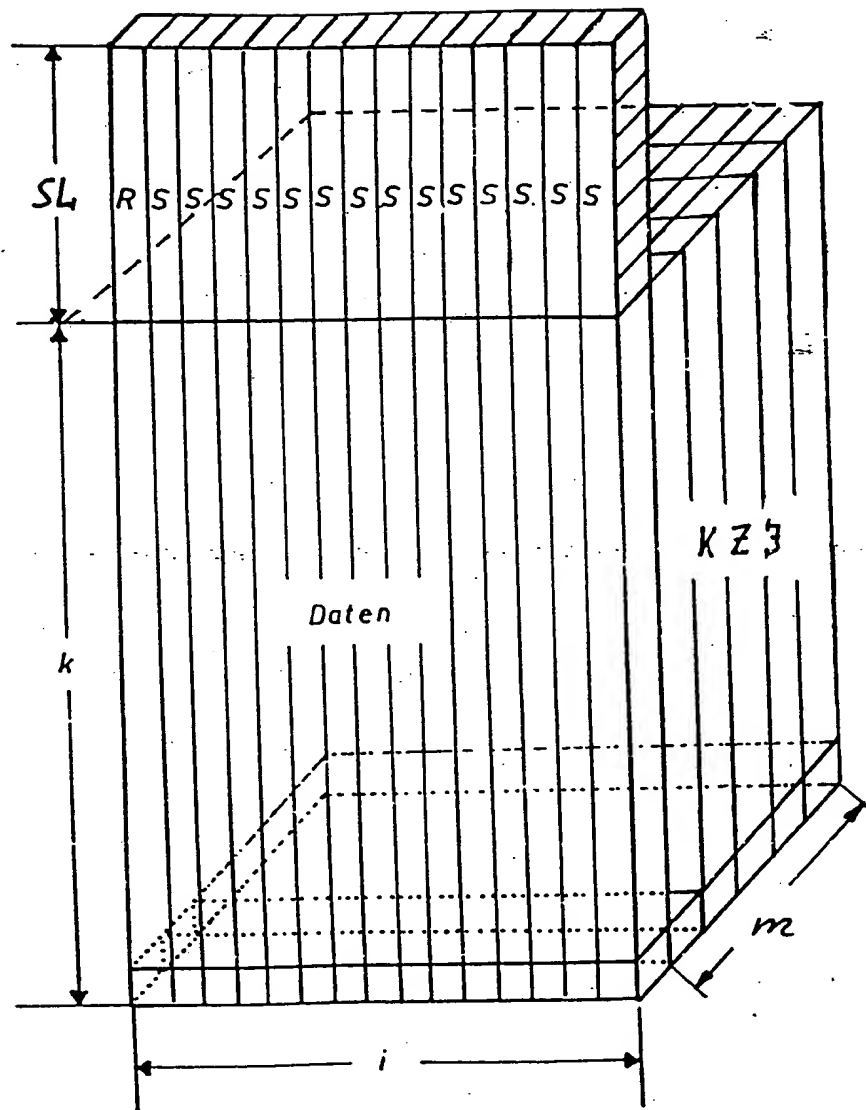


Fig. 2

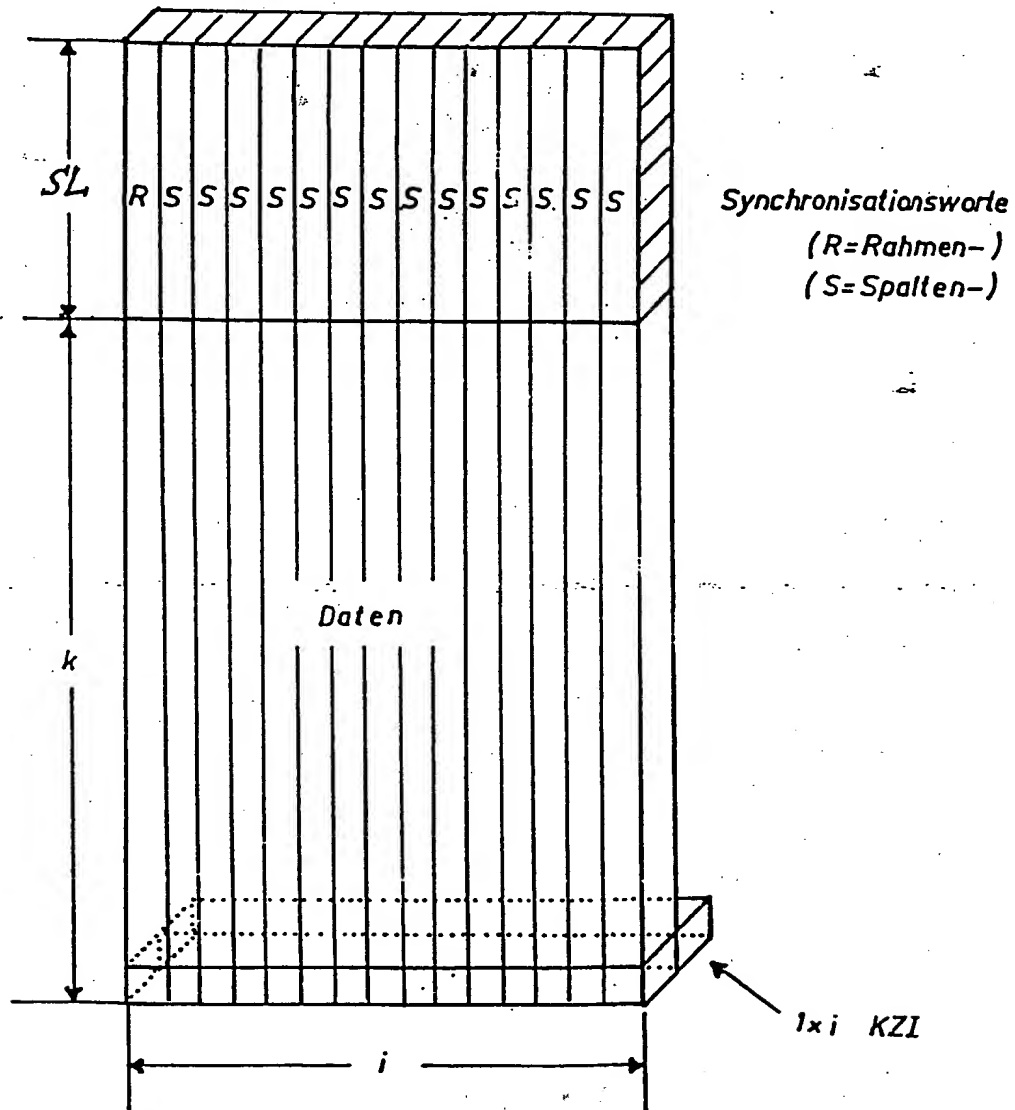
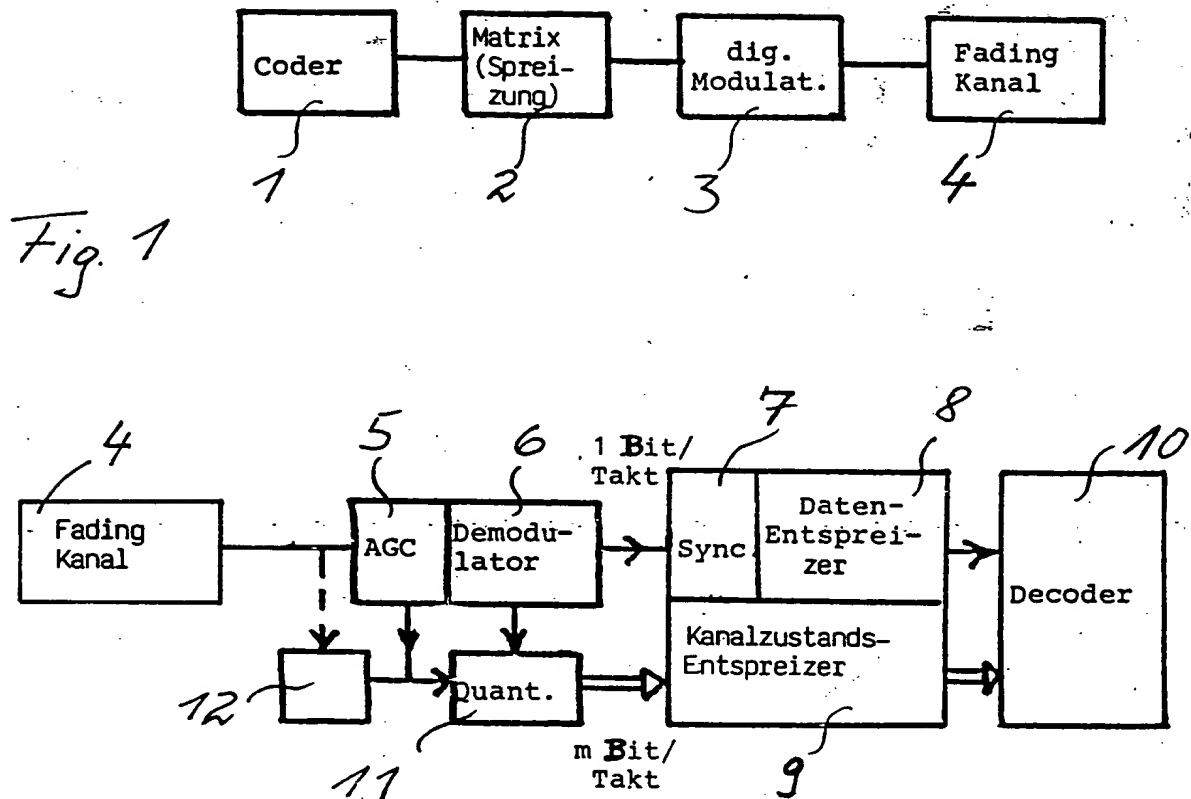


Fig. 3



DOCKET NO: LPL I0188
 SERIAL NO: 09/939, 050
 APPLICANT: Doetsch

LERNER AND GREENBERG P.A.
 P.O. BOX 2480
 HOLLYWOOD, FLORIDA 33022
 TEL. (954) 925-1100